云 南 植 物 研 究 2005, 27 (6): 657～662
Acta Botanica Yunnanica

棕榈种子萌发特性及其贮藏行为的研究

唐安军[1,2], 龙春林[1], 刀志灵[1], 宋松泉[3], 田美华[2,3]

(1 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 2 中国科学院研究生院, 北京 100039;
3 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南 勐腊 666303)

摘要: **对3个不同种源地的棕榈** (*Trachycarpus fortunei*) **种子进行了不同时间的脱水处理和两种不同温度** (4℃**和** - 20℃) **下贮藏** (120 d), **对其萌发特性和贮藏行为进行了比较分析, 结果表明: 棕榈种子脱水耐性低和对低温较敏感, 且含水量较低的种子也受低温伤害。经不同含水量与温度的组合试验后发现, 已实验的棕榈种子极可能是一种中间性种子, 且其特性受其自然生境的深刻作用, 尤其是海拔高度的影响。**

关键词: **棕榈; 种子; 萌发特性; 贮藏行为; 脱水耐性**

中图分类号: Q 945 **文献标识码**: A **文章编号**: 0253 - 2700(2005)06 - 0657 - 06

Studies on Germination Characteristics and Storage Behavior of *Trachycarpus fortunei* Seeds

TANG An-Jun[1,2], LONG Chun-Lin[1**], DAO Zhi-Ling[1],
SONG Song-Quan[3], TIAN Mei-Hua[2,3]

(1 *Kunming Institute of Botany*, *Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650204, China; 2 *Graduate School of Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100039, China; 3 *Xishuangbanna Tropical Botanical Garden*, *Chinese Academy of Sciences*, Mengla 666303, China)

Abstract: Desiccation tolerance and storage behavior of *Trachycarpus fortunei* seeds were analyzed. Seeds of *Trachycarpus fortunei* from three localities were tested for germination following hermetic storage for 120 days at several different combinations of temperatures (4℃ and - 20℃) and moisture contents (based on dry weight), they showed that one of the main features is that the seeds of low water content are also easily injured by low temperatures. These results, therefore, point to the possibility of a third category of storage behavior intermediate between those of orthodox and recalcitrant seeds. The natural habitat of *Trachycarpus fortunei*, especially altitude, had significant effects on characteristics of seeds.

Key words: *Trachycarpus fortunei*; Seed; Germination charactristics; Storage behavior; Desiccation tolerance

基金项目: **中国科学院知识创新工程重要方向性项目** (KSCX2-SW-117)、**交通部西部科技项目** (2002 318 767 17)、**国家自然科学基金** (30170102)、**云南省自然科学基金** (2001C0058M)

通讯作者: Author for correspondence. E - mail: long@mail.kib.ac.cn

收稿日期: 2005 - 02 - 22, 2005 - 08 - 02 **接受发表**

作者简介: **唐安军** (1976 -), **博士研究生, 主要从事种子生理生态和植物资源学研究。**

棕榈（*Trachycarpus fortunei*）又称唐棕、拼棕、棕树，原产于我国，隶属棕榈科（Palmae）棕榈属（*Trachycarpus*），是一种颇具药用价值和观赏价值的植物。《新华本草纲要》和《本草纲目》等记载了棕榈药用或观赏用的诸多方面（吴征镒，1988；刘衡如，1982）。此外，很多其他学者对棕榈也进行了分析与研究，但他们主要聚焦于棕榈的分类学研究、观赏价值的描述、药用价值的整理、经济价值的梳理以及种子的促萌（中国科学院中国植物志编辑委员会，1991；林有润，2002；刘海桑，2002，2003；陈璋，2001）。

然而，对棕榈种子脱水耐性、低温敏感性和种子种质的保藏研究，则是空白。种子的特性，是其遗传性和适应性矛盾统一的结果。遗传特性是植物在生活环境的影响下长期演化形成的，所以，植物的种子不同程度地刻下了其自然生境的印记，反映了它的生活环境的特点。然而，究竟是哪一因素或哪几种因素起主导作用以及支配种子的质量或数量性状到何种程度，都是一些非常复杂的问题，值得深入的研究。

因此，很有必要对棕榈种子萌发特性，特别是对不同生境下的棕榈种子的贮藏行为进行研究，以采取有效的种质保存措施对其加以保藏，使之得以可持续利用。为此，本文从生境效应和种子脱水耐性等方面研究分析了棕榈种子的萌发特性，探讨生境与贮藏行为之间的内在联系。

1 材料与方法

棕榈果实于2003年11月中旬，采于丽江坝（坝，即山间盆地）清溪村（Q）、永胜县林业局（Y）和禄丰县旧庄乡普家村（P）。果实采摘后及时带回实验室，剥取种子并清洗，用1%次氯酸纳表面灭菌30 min、超纯水清洗3次，然后晾干，置于15℃库存，备用。以下有关参数的测定均参照国际种子检验协会制定的标准（ISTA，1993）。

1.1 种子千粒重测定

随机取300粒果实，去除果皮，分成三等份，用0.0001 g的电子天平称重。

1.2 种子脱水处理

将种子单层平铺于事先烘干已冷却的干燥器中的活性硅胶上，种子上面也用硅胶盖住，使种子包埋其中，进行不同时间（0 h、4 h、8 h、12 h、16 h、24 h、48 h和52 h）的脱水处理，以获得不同含水量的种子。

1.3 种子含水量测定

种子脱水到既定的时间后，将其全部取出，随机取25粒种子，置于103±1℃烘箱中烘17 h后，以干重为基础计算含水量，5次重复。

1.4 种子萌发率测定

分别将新鲜种子、脱水处理后的不同含水量的种子置于盛有1%的琼脂培养基（不含任何营养成分）的培养皿里，然后将培养皿放于不同温度（15℃、20～30℃、30℃、40℃）与光照（光照14 h d和全黑暗）的培养箱（HPG-280B光照培养箱，哈尔滨医疗器械厂制造）内，让其萌发，5个重复。以胚根突破种皮2 mm计为萌发。7 d后则每天观察、计数其萌发数。未萌发的种子让其继续在新的培养皿中的琼脂培养基上萌发，直到确认萌发完全，统计总的萌发率（霉烂的种子，计为无活力的种子）。

1.5 种子贮藏一段时间后萌发率的统计

将新鲜种子、脱水不同时间后含水量不同的种子，用锡箔纸袋密封好，相同含水量的种子分为两份，分别置于4℃、-20℃库中贮藏，120 d后取出，按照1.4中统计种子萌发率的方法，得其最终萌发率。

2 结果

2.1　种源地的地理气候特征比较

Q 位于丽江坝，属山地暖温带，境内干湿季分明，冬春两季晴天多，日照充足，空气干燥，雨量较少；夏秋两季，雨量充足，降雨量集中于 6～9 月，降雨量占全年雨量的 80%以上（丽江纳西族自治县县志编撰委员会，2001）。P 位于低纬内陆山区，属中亚热带低纬高原山地季风气候，冬干夏湿，春季多风、秋多雨、春夏多旱，雨热同季，冬温高，无严寒（云南省禄丰县地方志编撰委员会，2001）。Y 位于低纬山地季风气候，冬春干旱，夏秋多雨；当年 11 月至次年 5 月，每月日照时数 200 h，能充分满足植物生长对光的需求（永胜县志编撰委员会，1989）。3 个种源地的地理气候特征简单比较如表 1。

表 1　3 个不同种源地地理气候特征比较

Table 1　Comparison of geographical climatic characteristics of three seed source localities

种源地 Seed source localities	纬度 Northern latitude	东经 Eastern longitude	海拔高度 Altitude (m)	最冷月平均温度 Mean temperature of the coldest month (℃)	最热月平均温度 Mean temperature of the hottest month (℃)	年光照时间 Illumination hours per year (h)	年降雨量 Rain fall per year (mm)
Q	26°42′15.4″	101°25′24.2″	2 342	5.9	17.9	2 530	953.9
P	25°08′41.4″	101°52′45.6″	1 762	8.4	21.7	2 018.7	845.7
Y	26°40′44.4″	100°44′53.7″	2 153	6.1	19.0	2 403.6	973.8

2.2　种子的千粒重

Q、Y 和 P 三处种源地的棕榈种子的千粒重分别约为 478.5 g、457.5 g 和 480.8 g。由此可知，3 个种源地的棕榈种子的千粒重差异不显著。

2.3　脱水处理对种子萌发率的影响

Q、Y 和 P 三处种源地的棕榈种子的初始含水量，分别是 0.582、0.522 和 0.437（g H_2O DW）。不同脱水时间下，种子的含水量如表 2。随着脱水进程，种子的含水量开始迅速下降，然后缓慢降低（图 1）。种子的存活率在脱水初期缓慢下降，当含水量降至 35%以下时，则迅速降低（图 3）；从图 1 和图 3 可以看出，种子对脱水较为敏感。

表 2　3 个种源地的棕榈种子不同脱水时间下的含水量（g H_2O DW，以干重为基础），所有的数据为 5 个重复的平均值±标准差

Table 2　Based on seed dry weight，water content of *Trachycarpus fortunei* from three seed source localities at several dehydration time . All values are means ±SD of five replicates

脱水时间 Desiccation time (h)		0	4	8	16	24	36	48	52
含水量 Water content (g H_2O DW)	Q	0.582±0.25	0.361±0.36	0.310±0.17	0.234±0.18	0.179±0.64	0.157±0.37	0.146±0.11	0.092±0.22
	Y	0.522±0.14	0.338±0.24	0.265±0.27	0.222±0.27	0.135±0.71	0.116±0.59	0.106±0.23	0.086±0.15
	P	0.437±0.23	0.312±0.41	0.271±0.13	0.231±0.51	0.166±0.44	0.141±0.71	0.124±0.31	0.087±0.19

2.4　温度对种子萌发率的影响

不同温度下，含水量相同的棕榈种子，在相同的光照条件下的萌发率差异较大（表 3）。以最终萌发率作为衡量标准，则适宜萌发的温度范围为 25～30℃。可是，即使在 20 30℃的变温条件下，种子的最高萌发率也只有 66.7%。从表 3 可知，变温更利于种子的萌发，且萌发的适宜温度范围为 25～30℃。

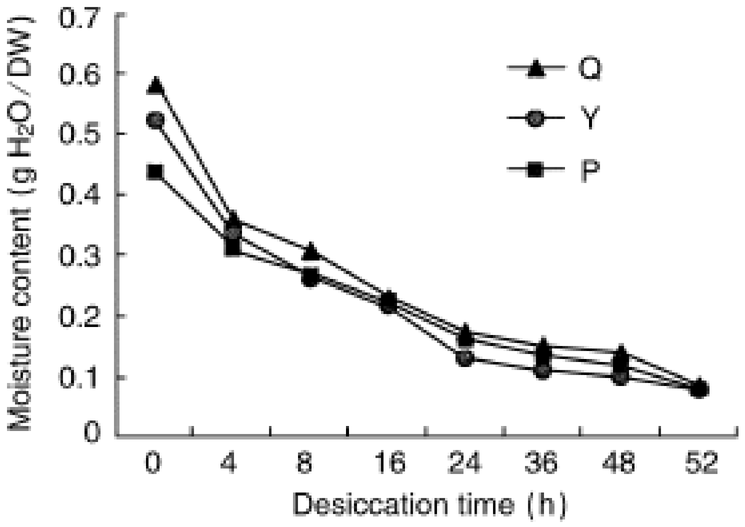

图 1　3 个不同种源地种子含水量随脱水时间的变化趋势

Fig . 1　Moisture content of *Trachycarpus fortunei* seeds, which were collected from three different localities, changed with dehydration time .

表 3　同一光照条件下 (14 h d) 初始含水量的棕榈种子于不同温度下的萌发率

(所有数据为 5 个重复的平均值±标准差)

Table 3　Germination percent of *Trachycarpus fortunei* seeds with primal water content at the same illumination (14 h d) and different temperatures .

(All values are means ±SD of five replicates)

不同温度 Different temperatures (℃)	种子萌发率 Seed germination percentage (%)
15	24.5±0.21
25	60.0±0.27
20 30	66.7±0.64
30	55.5±0.25
35	37.3±0.33
40	4.0±0.14

2.5　光照对种子萌发率的影响

3 个不同种源地的棕榈种子，进行不同含水量 (以不同脱水时间表示相应的含水量) 和光照组合 (14 h d 或黑暗) 实验后，结果表明棕榈种子的萌发受光照影响甚小 (图 2)。

2.6　不同贮藏条件对种子萌发率的影响

将贮藏 120 d 后的不同含水量的棕榈种子，放于 20 30℃的变温培养箱中进行萌发，得其萌发率 (图 3)。分析该结果得出如下结论：棕榈种子不能经受低温条件下的贮藏，对低温相当敏感。

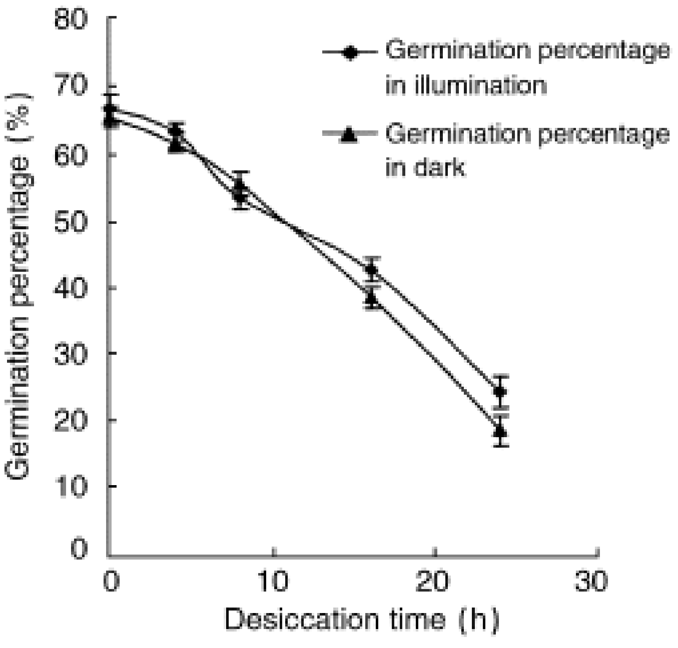

图 2　不同含水量的棕榈种子于不同光照下的萌发率

Fig . 2　Germination percent of *Trachycarpus fortunei* seeds of the same water content at different illumination

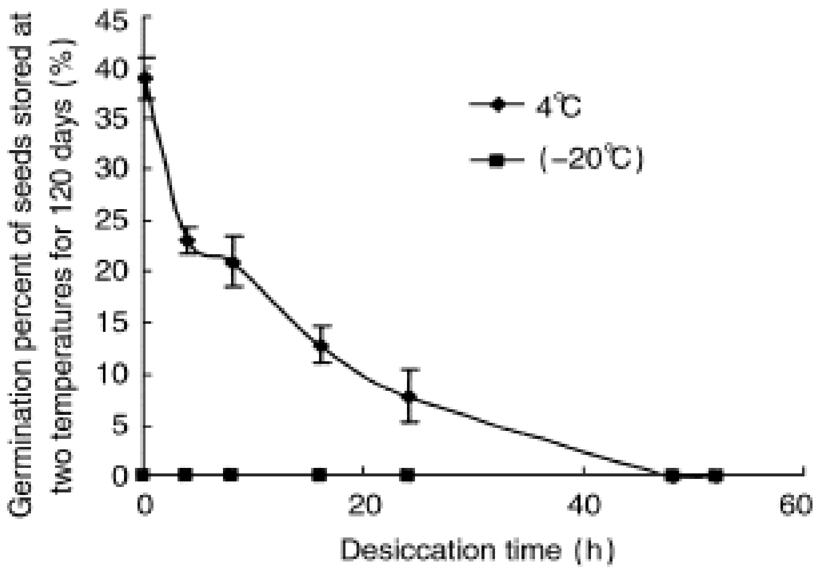

图 3　不同脱水时间的棕榈种子，分别在 4℃和 -20℃贮藏 120 d 后的萌发率

Fig . 3　Germination percent of *Trachycarpus fortunei* seeds storaged at 4℃ and -20℃, respectively . These *Trachycarpus fortunei* seeds are dehydrated for different time

3　讨论

棕榈种子的初始含水量较高 (表 2)，说明棕榈种子在成熟过程中没有或者只经历了轻微的脱水。在不同的温度下，对同一地点的初始含水量的棕榈种子进行萌发试验，结果

表明：变温（20 30℃，白天为 30℃，晚上 20℃）下的萌发率最高（表 3），温度降低或升高，都不利于种子萌发。可见，温度是影响棕榈种子萌发的重要因子之一。在萌发过程中，种子内部进行着一系列的生理生化反应，其中包括一些重要的酶促反应，而酶促反应受制于外界环境的温度（Bewley，1997）。因此，温度偏低或过高，均影响种子的萌发。变温有利于种子的萌发，可能是棕榈长期适应原生境的结果。3 个种源地气候的年际变化或昼夜变化较大，冬春温度较低，夏秋温度较高；白天温度较高，夜间温度较低。棕榈种子在变温下体现出的较好的萌发结果，一定程度上反映了生境的后滞效应。

Roberts（1973）根据种子对脱水和低温的反应及贮藏行为，把种子分为正常性种子（orthodox seeds）和顽拗性种子（recalcitrant seeds）。正常性种子成熟时含水量较高，并且能进一步脱水到 1%～5%（以鲜重为基础）而不造成伤害，这类种子在低含水量和低温下可长期保存。顽拗性种子成熟时含水量很高（40%～80%），对脱水和低温敏感，不耐脱水或轻度脱水到某一临界含水量时生活力就丧失。由于其高含水量和不耐脱水的特性，因而对低温（一般低于 10～15℃）高度敏感（傅家瑞，1991；Song 等，2003；宋松泉等，2003；唐安军等，2004）。Ellis 等（1990）深入研究了小果咖啡（*Coffea arabica*）种子的贮藏特性，他们试验中采用了几种不同的贮藏温度（15℃、0℃和 -20℃）和含水量组合（10%、7.5%和 6%），结果表明，小果咖啡显示出介于 Roberts（1973）所定义的正常性和顽拗性种子之间的贮藏习性。于是，将其定义为中间性种子（intermediate seeds）。中间性种子的一个主要特征是：种子被干燥到相对低的含水量（大约 7%～12%）时往往会立即发生损伤（但并不一定都发生损伤），贮藏寿命在贮藏温度低于 10℃时迅速下降，有时，温度略低于 0℃就会导致种子死亡。这个相对低的含水量随植物种类的不同而已（Ellis 等，1990，1991）。

从已试验的 3 个不同种源地的棕榈种子的脱水耐性而言，其半致死含水量（W_{L50}）约为 19%（以湿重为基础）或 23.4%（以干重为基础）（表 2，图 1）；若继续脱水到更低的水平，种子的萌发率和活力则迅速降低。结合分析不同含水量的种子于两种不同温度下贮藏后的萌发率，棕榈种子不能忍受 -20℃下的较长时间的贮藏，但在一定程度上可经受零上低温（4℃）的作用。随着含水量的降低，种子耐低温的能力也明显下降，甚至不再有活力（图 3）。由此认为，棕榈种子极可能是一种中间性种子。

Berjak 和 Pammenter（1994）曾给种子生物学研究者提出了几点建议，其中之一就是研究者在报道种子的脱水耐性和贮藏特性时，整合对种子后期脱落行为有重要影响作用的自然生境的特征。

毋庸质疑，由于物种地理分布和生态的多样性，种子的贮藏行为也是多样的。比较研究种子的贮藏行为并结合植物的自然生境，是探明种子贮藏行为的重要途径之一。在比较研究分布于不同地区的楝科（Meliaceae）的 6 个不同物种的种子的脱水耐性和贮藏特性时，Hong 和 Ellis（1998）认为起决定作用的因素是植物的生活环境，尤其是不同地区的海拔高度。在本文中，就已试验的棕榈种子而言，虽然 3 个种源地的经纬度相差很少，但 3 个种源地的地理气候特征有明显的差异，主要表现在海拔高度和气温的高低（表 1）。海拔高度的差异可能是导致棕榈种子贮藏行为的主要原因，因为海拔能全面影响种源地的生境条件，如对温度、光照、降雨量和植被等都有深刻的作用。因此，在相同的季节，3 个种源地的棕榈种子的成熟度会不一致，从而其初始含水量也有差异（表 1）。种子的脱水耐性是在发育过

程中形成的（Bewley and Black，1994；**伍贤进等**，2002）。**顽拗性种子和中间性种子的脱水耐性较正常性种子差，而且在生理成熟时最高，而后逐渐下降**（Pammenter and Berjak，1999）。**就已研究的棕榈种子而言，三地各异的地理气候条件必然会直接或间接地作用于棕榈种子，从而使得种子的理化性质也不尽相同，其表现之一就是种子成熟时的脱水步调不一致以及脱水耐性的不同**（**表** 2、**图** 1，3）。**当然，生境对棕榈种子的综合效应及其主要生态因子的影响程度和更长时间下低温贮藏后的特性**（**如活力**）**变化，尚需进一步的研究。**

致谢　湖南师范大学的姜孝成教授、中国科学院西双版纳热带植物园的文彬、何惠英和兰芹英老师在实验过程中给予了帮助与指导。

〔参 考 文 献〕

云南省禄丰县地方志编撰委员会，2001．禄丰县志［M］．昆明：云南人民出版社，93—98

中国科学院中国植物志编辑委员会，1991．中国植物志（第 13 卷第 1 分册）［M］．北京：科学出版社，12—13

永胜县志编撰委员会，1989．永胜县志［M］．昆明：云南人民出版社，86—88

刘海桑，2002．观赏棕榈［M］．北京：中国林业出版社，303

刘衡如，1982．本草纲目（李时珍著）（校点本·下册）［M］．北京：人民卫生出版社，2048—2049

陈璋，2001．棕榈植物［M］．福州：福建科学技术出版社，125—127

吴征镒（主编），1988．新华本草纲要（第 1 册）［M］．上海：上海科学技术出版社，566

丽江纳西族自治县县志编撰委员会，2001．丽江纳西族自治县县志［M］．昆明：云南人民出版社，73—79

Berjak P，Pammenter NW，1994．Recalcitrance is not an all-or- nothing situation［J］．*Seed Sci Res*，4：263—264

Bewley JD，1997．Seed germination and dormancy［J］．*Plant Cell*，9：1055—1066

Bewley JD，Black M，1994．Seeds，Physiology of Development and Germination（2nd edition）［M］．New York：Plenum Press

Ellis RH，Hong TD，Roberts EH，1991．Effect of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds［J］．*Seed Sci Res*，1：69—72

Ellis RH，Hong TD，Roberts EH，1990．An intermediate category of seed storage behavior？Ⅰ Coffee［J］．*J Exp Bot*，41（230）：1167—1174

Fu JR（傅家瑞），1991．Recalcitrant seeds［J］．*Plant Physiol Commun*（植物生理学通讯），27（6）：402—406

Hong TD，Ellis RH，1998．Contrasting seed storage behavior among different species of Meliaceae［J］．*Seed Sci Tech*，26：77—95

International Seed Testing Association（ISTA），1993．International rules for seed testing．Rules［J］．*Seed Sci Tech*，21（suppl.）：79—287

Ling YR（林有润），2002．On the systematics，evolution，floristics and economic uses of Palmae and its sister family，Calamaceae［J］．*Bull Bot Res*（植物研究），22（3）：340—365

Liu HS（刘海桑），2003．A new key to genera of Coryphoideae（Palmae）［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），25（5）：525—531

Pammenter NW，Berjak P，1999．A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms［J］．*Seed Sci Res*，9：13—17

Roberts EH，1973．Predicting the storage life of seed［J］．*Seed Sci Tech*，1：499—514

Song SQ，Berjak P，Pammenter NW，*et al*，2003．Seed recalcitrance：a current assessment［J］．*Acta Bot Sin*（植物学报），45（6）：638—643

Song SQ（宋松泉），Long CL（龙春林），Yin SH（殷寿华），*et al*，2003．Desiccation behavior and molecular mechanisms of seeds［J］．*Acta Bot Yunnan*（云南植物研究），25（4）：465—479

Tang AJ（唐安军），Long CL（龙春林），Dao ZL（刀志灵），2004．Molecular mechanisms and storage technologies of recalcitrant seeds［J］．*Acta Bot Boreal-Occident Sin*（西北植物学报），24（11）：2170—2176

Wu XJ（伍贤进），Song SQ（宋松泉），Zhang SP（张素平），*et al*，2002．Formation of desiccation tolerance and germination during development of *Zea mays* L．seeds［J］．*J Trop Subtrop Bot*（热带亚热带植物学报），10（2）：177—182